

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. April 2002 (25.04.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/33756 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 27/15. 33/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/03858

(22) Internationales Anmelde datum: 9. Oktober 2001 (09.10.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 51 159.7 16. Oktober 2000 (16.10.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): OSRAM OPTO SEMICONDUCTORS GMBH & CO. OHG [DE/DE]; Wernerwerkstrasse 2, 93049 Regensburg (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MARCHL, Werner [DE/DE]; Krokusweg 1, 93092 Barbing (DE). SPÄTH, Werner [DE/DE]; Burgstallerstrasse 10, 83607 Holzkirchen (DE). WAITL, Günter [DE/DE]; Praschweg 3, 93049 Regensburg (DE).

(74) Anwalt: EPPING HERMANN & FISCHER; Ridlerstrasse 55, 80339 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, KR, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

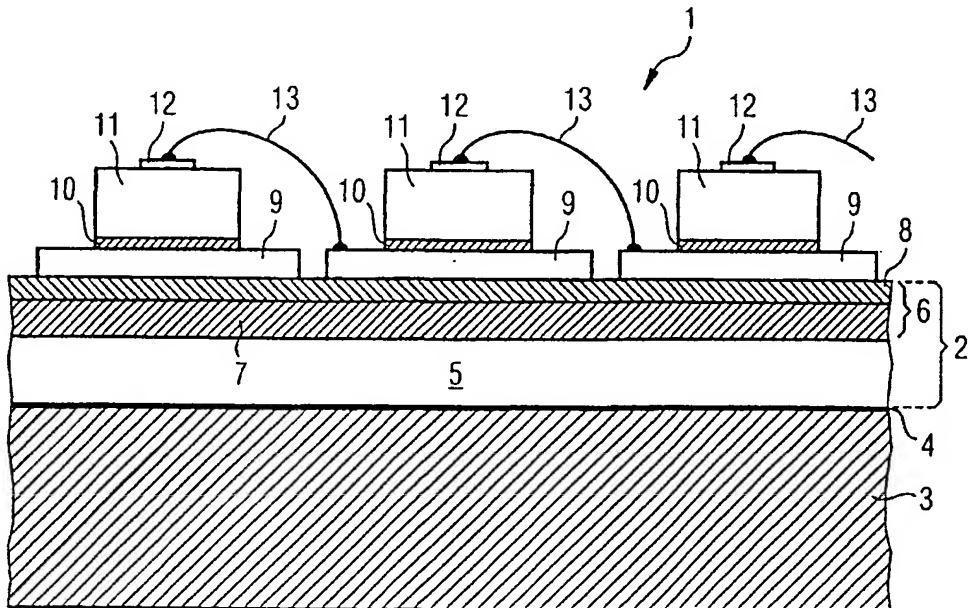
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: LED MODULE

(54) Bezeichnung: LED-MODUL



WO 02/33756 A1

(57) Abstract: The invention relates to an LED module (1), comprising a support (2), which contains a semiconductor layer (5) and which has an even main surface on which a plurality of LED semiconductor bodies (11) are mounted. The LED semiconductor bodies (11) that are used preferably emit light of different central wavelengths during operation, so that the LED module (1) is suitable for producing mixed colour light and especially for producing white light.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung beschreibt ein LED-Modul (1) mit einem Träger (2), der eine Halbleiterschicht (5) enthält und eine ebene Hauptfläche aufweist, auf der eine Mehrzahl von LED-Halbleiterkörpern (11) aufgebracht ist. Vorzugsweise werden LED-Halbleiterkörper (11) verwendet, die im Betrieb Licht verschiedener Zentralwellenlänge aussenden, so daß das LED-Modul (1) zur Erzeugung von mischfarbigem Licht und insbesondere zur Erzeugung von Weißlicht geeignet ist.

Beschreibung

LED-Modul

5 Die Erfindung betrifft ein LED-Modul (LED, light emitting diode, Leuchtdiode) nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

LED-Module sind beispielsweise aus IEICE Trans. Electron.,
10 Vol. E80-C, No. 2, February 1997 bekannt. Beschrieben ist hierin ein LED-Modul mit einem Siliziumsubstrat, das eine Mehrzahl von geätzten Vertiefungen aufweist, in denen jeweils ein LED-Chip angeordnet ist. Die schrägstehenden Wände der Vertiefungen dienen dabei als Reflektor für die emittierte
15 Strahlung.

Für viele Anwendungen werden LED-Module mit geringen Abmessungen und hoher Leuchtdichte benötigt. Diese Module eignen sich insbesondere als Halbleiterlichtquelle in Verbindung mit
20 abbildenden Optiken wie beispielsweise Projektoren.

Eine Erhöhung der Leuchtdichte eines LED-Moduls kann prinzipiell dadurch erreicht werden, daß die Packungsdichte der einzelnen Leuchtkörper erhöht wird, wobei zugleich die optische Ausgangsleistung beibehalten oder vergrößert wird.
25

Bei fortschreitender Miniaturisierung besteht ein Problem darin, die auf immer kleiner werdendem Raum entstehende elektrische Verlustwärme abzuführen.

30 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein LED-Modul mit hoher Leuchtdichte zu schaffen, das eine möglichst hohe Packungsdichte der einzelnen LEDs aufweist und zugleich kostengünstig herstellbar ist. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, eine Mehrfachanordnung derartiger LED-Module anzugeben.
35

Diese Aufgabe wird durch ein LED-Modul nach Patentanspruch 1 bzw. eine Mehrfachanordnung nach Patentanspruch 30 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

5

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß eine Mehrzahl von LEDs auf einem Träger aufgebracht ist, wobei der Träger mindestens eine Halbleiterschicht enthält und die LEDs auf einer ebenen Hauptfläche des Trägers angeordnet sind. Unter "LEDs" sind hierbei vor allem LED-Chips, also Leuchtdiodenhalbleiterkörper mit Kontaktflächen, zu verstehen. Weitergehend können bei der Erfindung auch andere Strahlungsemitter verwendet werden. Dies umfaßt unter anderem neben Leuchtdioden Lumineszenzdioden im allgemeinen, beispielsweise Laserdioden und Superstrahler. Derartige Strahlungsemitter eignen sich insbesondere in Form von Halbleiterkörpern.

Zur elektrischen und thermischen Verbindung zwischen den LEDs und der Umgebung des LED-Moduls sind dabei verschiedene Strukturen vorgesehen. Die Ableitung der elektrischen Verlustwärme erfolgt hauptsächlich durch den Träger hindurch. Für die elektrische Versorgung der LEDs sind gesonderte Leitungsstrukturen, vorzugsweise auf der Oberfläche des Trägers, ausgebildet.

25

Mit Vorteil ist durch die Anordnung der LEDs auf einer ebenen Hauptfläche des Trägers eine besonders hohe Packungsdichte der LEDs möglich. Weiter ist so eine sehr dünne Ausführung des Trägers möglich, durch die der thermische Widerstand des Trägers reduziert und die Abführung der Verlustwärme erleichtert wird.

Als Halbleitermaterial für die Halbleiterschicht im Träger wird vorzugsweise Silizium oder Galliumarsenid verwendet. Weitergehend sind auch gut wärmeleitende, keramikartige Materialien wie beispielsweise Aluminiumnitrid oder Bornitrid oder Karbide wie beispielsweise Siliziumkarbid einsetzbar. Im

folgenden sind auch diese Verbindungen sowie davon abgeleitete, bei der Herstellung von Halbleitern üblicherweise verwendete Materialien unter dem Begriff "Halbleiter" zu verstehen.

5

Mit Vorteil weisen solche Materialien, insbesondere Silizium, eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf und sind daher als Material für einen wärmeabführenden Träger sehr gut geeignet. Zudem werden die genannten Materialien häufig in der Halbleiterindustrie eingesetzt und sind dort leicht verfügbar.

Vorzugsweise wird der Träger auf der Seite, auf der die LEDs aufgebracht sind, von einer elektrisch isolierenden Schicht begrenzt. Dadurch wird eine Parallelschaltung der LEDs verhindert, so daß eine individuelle Verschaltung der LEDs möglich ist. Weitergehend können auch mehrere Isolationsschichten ausgebildet sein, zwischen denen elektrisch leitfähige Schichten angeordnet sind. In dieser Ausgestaltung sind mit Vorteil komplexe Verschaltungen der einzelnen Leuchtkörper realisierbar.

20

Die Isolierschicht kann beispielsweise mit Hilfe bekannter Verfahren in Form einer Siliziumoxid- oder Siliziumnitridschicht gebildet sein. Bevorzugt ist die Isolierschicht zweilagig ausgeführt, wobei auf eine Siliziumoxidschicht eine Siliziumnitridschicht aufgebracht ist. Diese Isolierschicht kann so dünn ausgeführt werden, daß sie die Wärmeleitfähigkeit des Trägers nicht beeinträchtigt. Weiterhin zeichnet sich eine solche Isolierschicht durch einen hohen Isolationsgrad und eine große Beständigkeit gegen Umgebungseinflüsse, insbesondere Feuchtigkeit, aus.

Bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind auf dem Träger einzelne, voneinander getrennte, leitfähige Bereiche ausgebildet, auf die die einzelnen LEDs direkt oder über Zwischenschichten aufgebracht sind. Besonders bevorzugt sind hierbei leitfähige Bereiche mit einem hohen Reflexionsvermögen, die durch Reflexion der in Richtung des Trägers abge-

strahlten Strahlungsanteile die Lichtausbeute des LED-Moduls erhöhen. Als Material für solche leitfähigen Bereiche mit hohem Reflexionsvermögen eignet sich beispielsweise Aluminium.

- 5 Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, auf den leitfähigen Bereichen gesondert Chipanschlußbereiche auszubilden, die eine dauerhafte und sichere Befestigung der Halbleiterkörper bei gleichzeitig guter Kontaktgabe gewährleisten. Besonders geeignet sind Chipanschlußbereiche in Form
- 10 eines Stapels dünner Metallschichten, wobei die einzelnen Schichten vorzugsweise Titan oder Edelmetalle wie Gold oder Platin enthalten.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist der

- 15 Träger mit der von den LEDs abgewandten Seite auf einen Kühlkörper aufgebracht, der vorzugsweise als Metallschicht oder Metallblock ausgebildet ist. Eine solche Metallschicht weist eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit auf und verbessert damit die Wärmeableitung aus dem LED-Modul. Zugleich wird die mechanische Stabilität des LED-Moduls erhöht. Mit Vorteil lässt sich so ein dicht gepacktes LED-Modul mit sehr hoher Leuchtdichte und einer effizienten Wärmeabfuhr schaffen.

Als Materialien für den Kühlkörper eignen insbesondere aufgrund ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit Kupfer oder Aluminium.

- 25 Vorzugsweise ist der Kühlkörper mit dem Träger mittels einer Lötmasse oder eines wärmeleitenden Klebstoffs verbunden, wodurch ebenfalls ein guter Wärmeübergang gewährleistet ist.

- 30 Bevorzugt werden bei der Erfindung LEDs auf einem Träger montiert, die im Betrieb jeweils Licht unterschiedlicher Farbe emittieren (im folgenden auch kurz als Farbe der LED bezeichnet). Damit ist mit der Erfindung die Erzeugung von mischfarbigem Licht möglich, wobei sich die Farbe des abgestrahlten
- 35 Lichts additiv aus den Farben des von den einzelnen LEDs abgestrahlten Lichts ergibt.

Mit Vorteil ist dabei die Farbe des Mischlichts durch eine entsprechend unterschiedliche Bestromung der einzelnen LEDs einstellbar.

5 Eine andere Möglichkeit zur Festlegung der Mischfarbe besteht darin, LEDs gleicher Farbe in jeweils verschiedener Anzahl in einem LED-Modul zu verwenden. Beide Möglichkeiten können sowohl kumulativ als auch alternativ verwendet werden, wobei letztere den Vorteil einer gleichmäßigeren Verteilung des Betriebsstroms auf die einzelnen LEDs besitzt, während erstere im Betrieb flexibler ist und eine präzisere Einstellung des Farborts ermöglicht.

15 Besonders bevorzugt werden LEDs, die Licht mit einer Zentralwellenlänge im roten, grünen, und blauen Spektralbereich emittieren, zusammen, beispielsweise zu gleichen Anteilen, bei der Erfindung eingesetzt. Damit wird ein LED-Modul geschaffen, das bei entsprechender Bestromung mit hoher Leuchtdichte weißes Licht emittiert. Weitergehend kann durch Variation der Bestromung der einzelnen LEDs Licht von unterschiedlicher Farbe emittiert werden, wobei der Farbraum zu großen Teilen abgedeckt ist. Insbesondere der Weißpunkt (Unbuntpunkt, Farbort $x=y=z=0,33$) kann sehr genau eingestellt werden. Damit ist die Erfindung als Weißlichtquelle zur Erzeugung rein weißen Lichts hoher Intensität ohne störenden Farbstich einsetzbar.

30 Mit großem Vorteil eignet sich dieses LED-Modul als Glühlampenersatz und kann beispielsweise als Weißlichtquelle in Projektoren verwendet werden. Hierbei sind besonders die geringen Abmessungen und die hohe Leuchtdichte des erfindungsgemäßen LED-Moduls von Vorteil.

35 Speziell eignet sich ein solches LED-Modul als Lichtquelle in LCD-Projektoren. Die mit der Erfindung ausgestatteten LCD-Projektoren können sehr kompakt ausgeführt werden, wobei die Lichtquelle hinsichtlich Lebensdauer, Energieverbrauch und

anfallender Verlustwärme herkömmlichen Lichtquellen mit Glühdrähten überlegen ist. Aufgrund dieser Eigenschaften eignet sich die Erfindung vorzugsweise im mobilen Einsatz, beispielsweise im Kfz-Bereich.

5 Ein weiterer Vorteil der Erfindung besteht in der Dimmbarkeit des LED-Moduls, d.h. der Änderung der Leuchtdichte durch Variation des Betriebstroms. Im Gegensatz zu Glühdrähten tritt dabei in einem großen Leuchtdichteintervall keine wesentliche spektrale Änderung des abgestrahlten Lichts auf. Die Variation des Betriebsstroms kann dabei beispielsweise durch Pulsweitenmodulation erfolgen.

10

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind die LEDs in Form einer Matrix auf dem Träger angeordnet. Dies erlaubt eine hohe Packungsdichte der LEDs und erleichtert die automatisierte Herstellung des LED-Moduls.

Weitergehend sind die LEDs mit jeweils gleicher Farbe in einem regelmäßigen, matrixartigen Muster auf dem Träger angeordnet. Unter einer regelmäßigen Anordnung ist dabei eine Anordnung zu verstehen, die durch wiederholte Aneinanderreihung eines oder mehrerer Grundmuster entsteht. Durch eine solche Anordnung wird die Ansteuerung der LEDs vereinfacht und der Verdrahtungsaufwand bei der Herstellung reduziert.

25 Um eine homogene Farbmischung zu erzielen, ist es vorteilhaft, die LEDs hinsichtlich ihrer Farbe in periodisch wiederkehrender Folge in den Matrixzeilen anzuordnen, wobei vorzugsweise die LED-Anordnungen in den einzelnen Matrixzeilen gleich oder gleichartig sind.

30 Werden die Anordnungen in den einzelnen Matrixzeilen so aufeinander ausgerichtet, daß in den Matrixspalten jeweils LEDs der selben Farbe angeordnet sind, so können gleichfarbige LEDs jeweils einer Spalte sehr leicht in Serienschaltungen zusammengefaßt werden.

Besonders vorteilhaft ist es, die Anordnungen in den Matrixzeilen mit gerader Zeilennummer (bei fortlaufender Numerierung) um eine Spaltenbreite gegenüber den Anordnungen in den Matrixzeilen mit ungerader Zeilennummer jeweils nach links oder nach rechts zu verschieben. Dadurch werden einfarbige Spalten vermieden, die Ausbildung von Farbartefakten unterdrückt und ein besonders homogener Farbeindruck erzielt. Zugleich lassen sich die LEDs gleicher Farbe leicht durch zickzackartige Verbindungen zu Serienschaltungen zusammenfassen.

10

Weitere Merkmale, Vorteile und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben aus der nachfolgenden Beschreibung von vier Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren 1 bis 4.

15 Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen LED-Moduls,

20

Figur 2a und 2b eine schematische Aufsicht und eine schematische Detailansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen LED-Moduls,

25

Figur 3a bis 3e fünf Varianten einer schematischen Aufsicht eines dritten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen LED-Moduls,

30 Figur 4

eine schematische Aufsicht eines vierten Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen LED-Moduls,

Figur 5

35

eine schematische Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Mehrfachanordnung von LED-Modulen,

Figur 6

eine schematische Schnittansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Mehrfachanordnung von LED-Modulen und

5

Figur 7a und 7b

eine schematische Ansicht und eine schematische Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels eines Trägers für ein erfindungsgemäßes LED-Modul.

10

Gleiche oder gleichwirkende Elemente sind dabei mit den selben Bezugszeichen versehen.

Der Träger 2 des in Figur 1 dargestellten LED-Moduls 1 weist
15 entsprechend der unten beschriebenen LED-Chipanordnung strukturiertes Siliziumsubstrat 5 auf, das auf einen Kühlkörper 3 in Form eines Kupferblocks aufgelötet ist. Als Lot 4 wird ein Gold-Zinn-Lot verwendet, so daß eine mechanisch stabile Verbindung und ein effizienter Wärmeübergang zwischen
20 dem Siliziumsubstrat 5 und dem Kupferblock 3 gewährleistet ist. Alternativ kann das Siliziumsubstrat 5 auch mittels eines wärmeleitfähigen Klebstoffs mit dem Kupferblock 3 verbunden sein.

25 Das Siliziumsubstrat 5 ist mehrlagig gebildet. Den Substratkörper bildet eine Schicht aus undotiertem Silizium. Darauf ist eine zweilagige Isolierschicht 6 aufgebracht, die aus einer Siliziumoxidschicht 7 und einer Siliziumnitridschicht 8 besteht, wobei die Siliziumoxidschicht 7 an den Substratkörper grenzt.

30 Die so gebildete, zweilagige Isolierschicht 6 ist mit den bekannten Methoden der Siliziumtechnologie leicht herstellbar und zeichnet sich neben der elektrischen Isoliereigenschaft durch große Beständigkeit, insbesondere gegen Eindringen von Feuchtigkeit aus.

Auf die Isolierschicht 6 ist eine Mehrzahl von voneinander getrennten Metallflächen 9 aufgebracht, auf denen wiederum Chipanschlußbereiche 10 ausgebildet sind. Die Metallflächen 9 bestehen vorzugsweise aus Aluminium. Ein Chipanschlußbereich 10 weist jeweils einen Stapel aus drei dünnen Metallschichten auf, die von der Seite des Siliziumsubstrats 5 aus gesehen aus Titan, Platin und Gold bestehen.

Auf die Goldoberfläche des Chipanschlußbereichs 10 ist jeweils ein LED-Halbleiterkörper 11 mittels eines leitfähigen Klebstoffs aufgeklebt. Eine Lötverbindung zwischen Halbleiterkörper 11 und Chipanschlußbereich 10 wäre ebenfalls möglich.

Zur weiteren Kontaktierung sind die Halbleiterkörper 11 auf der dem Träger 2 abgewandten Seite mit einer Kontaktfläche 12 versehen und mit Drahtverbindungen 13 untereinander verbunden. Die Aluminiumflächen 9 dienen sowohl als Drahtanschlußbereiche, die jeweils elektrisch in Verbindung mit der dem Träger 2 zugewandten Seite des aufmontierten Halbleiterkörpers 11 stehen, als auch als Reflektoren für die im Betrieb erzeugte Strahlung.

Die Dicke des Kupferblocks 3 beträgt bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel 3,0 mm, die Dicke des Siliziumsubstrats 5 220 µm und die Dicke der Isolierschicht 6 0,62 µm. Die Aluminiumschicht 9 ist mit einer Dicke von 1,0 µm, der Chipanschlußbereich 10 mit einer Gesamtdicke von 0,3 µm ausgebildet. Mit einem 200 µm dicken Halbleiterkörper wird bei einem Rastermaß von 600 µm x 600 µm und einem Halbleiterquerschnitt von 260 µm x 260 µm insgesamt ein thermischer Widerstand von 177 K/W, bezogen auf eine Rastereinheit, erreicht.

Unter stationären Bedingungen beträgt damit bei einer typischen elektrischen Verlustleistung von 50 mW pro LED der Temperaturunterschied zwischen Halbleiteroberfläche und Trä-

10

gerunterseite etwa 8,9 K (unabhängig von der Anzahl der Ra-
stereinheiten).

In Figur 2a ist die flächige Anordnung der LEDs in der Auf-
5 sicht gezeigt. Auf dem Träger sind insgesamt 180 LEDs 11 mon-
tiert, je 60 LEDs mit einer Zentralwellenlänge im roten, grü-
nen und blauen Spektralbereich. Die LEDs sind in Form einer
Matrix angeordnet, wobei in jeder Matrixzeile 17a,b in peri-
odischer Folge eine rote LED 14, eine grüne LED 15 und eine
10 blaue LED 16 nebeneinander angeordnet sind.

Die Anordnungen in den einzelnen Matrixzeilen 17a,b sind da-
bei so aufeinander ausgerichtet, daß die Matrixzeilen mit un-
gerader Zeilennummer 17b jeweils dieselbe Anordnung aufweisen
15 und so in diesen Matrixzeilen 17b jeweils gleichfarbige LEDs
untereinander angeordnet sind. Unter der Zeilennummer ist da-
bei die Nummer zu verstehen, die bei üblicher, fortlaufender
Numerierung der Matrixzeilen von oben nach unten den einzel-
nen Matrixzeilen jeweils zugewiesen ist.

20

Die Anordnung der LEDs in den Matrixzeilen 17a mit gerader
Zeilennummer entspricht der Anordnung in den Matrixzeilen 17b
mit ungerader Zeilennummer, ist jedoch gegenüber den Matrix-
zeilen 17b mit ungerader Zeilennummer um eine Spaltenbreite
25 nach links verschoben. In der linken Randspalte sind nur die
ungeradzahlig Matrixzeilen 17b, in der rechten Randspalte
nur die geradzahligen Matrixzeilen 17a mit LEDs bestückt, so
daß jede Matrixzeile dieselbe Anzahl von LEDs enthält.

30 35 Diese Gesamtanordnung der LEDs ermöglicht eine Verdrahtung
der untereinander liegenden LEDs gleicher Farbe durch eine
zickzackartige Serienschaltung und damit eine einfache An-
steuerung gleichfarbiger LEDs.
Gegenüber einer Anordnung, in der in den Matrixspalten nur
gleichfarbige LEDs angeordnet sind, besitzt die gezeigte An-
ordnung den Vorteil, daß keine durchgehenden Linien oder Dia-

11

gonalen gleicher Farbe auftreten. Damit wird eine homogen mischfarbige Abstrahlung erreicht und das Auftreten störender Artefakte unterdrückt.

5 Die Verdrahtung erfolgt in Richtung der Matrixspalten, wobei der Kontakt 12 auf dem Halbleiterkörper 11 einer jeden LED außer in der letzten Matrixzeile durch eine Drahtverbindung 13 mit der Aluminiumfläche 9 der diagonal darunterliegenden LED gleicher Farbe verbunden ist.

10

Die LEDs der ersten und letzten Matrixzeile sind mit Drahtverbindungen an weiter außen liegenden Kontaktfläche 18 angeschlossen. Im Betrieb werden über diese Kontaktflächen 18 jeweils die in zwei benachbarten Spalten angeordneten LEDs gleicher Farbe mit Strom versorgt.

15

Aufgrund der LED-Serienschaltung kann das Modul mit Spannungen versorgt werden, die einem Vielfachen der LED-Versorgungsspannungen entsprechen und die ohne großen Aufwand aus den üblichen mobilen Bordnetzen erzeugt werden können.

Da die LED-Spalten gleicher Farbe voneinander getrennt angeschlossen werden können, ist auch bei einem Ausfall einer Spalte das Modul mit Vorteil noch weitgehend funktionstüchtig.

20

In Figur 2b ist eine Aluminiumfläche 9 vergrößert dargestellt. Diese Fläche 9 besitzt eine rechteckige Grundform, wobei an einer Ecke eine rechteckige Ausnehmung 19 gebildet ist und an einer der Ecke gegenüberliegenden Kante ein der Ausnehmung 19 entsprechendes, etwas verkleinertes Flächenstück 20 angesetzt ist.

25

Diese Formgebung ermöglicht eine flächenfüllende und voneinander isolierte Anordnung der Aluminiumflächen 9. Das Flächenstück 20 bildet dabei den Drahtanschlußbereich zur Kontaktierung des jeweils auf der Aluminiumfläche 9 aufgebrachten Halbleiterkörpers 11. Dieser Drahtanschlußbereich ist von dem

12

Chipanschlußbereich 10 beabstandet, da sich bei der Montage des Halbleiterkörpers 11 auf den Chipanschlußbereich 10 Lot- bzw. Klebstoffreste in der Umgebung des Chipanschlußbereichs 10 ablagern können, die eine sichere Drahtkontaktierung erschweren.

Die in den geradzahligen Matrixzeilen 17a angeordneten Flächen 9 entsprechen der in Figur 2b gezeigten Form. Die Flächen 9 in den ungeradzahligen Matrixzeilen 17b gehen aus dieser Form durch horizontale Spiegelung hervor. Die abwechselnde Anordnung dieser Formen ermöglicht die gezeigte Serienschaltung mit Zickzackverdrahtung bei vorteilhaft kurzen Verdrahtungswegen.

Das so gebildete LED-Modul weist eine Kantenlänge von etwa 9mm x 10mm auf und erreicht für Weißlicht eine Leuchtdichte von 77 kcd/m². Damit stellt das LED-Modul eine Lichtquelle mit einstellbarer Farbe, insbesondere eine Weißlichtquelle auf LED-Basis mit höchster Packungs- und Leuchtdichte dar.

In Figur 3 sind weitere vorteilhafte Anordnungen hinsichtlich der LED-Farbe gezeigt. Bei dem in Figur 3a dargestellten Ausführungsbeispiel sind die LEDs in den Matrixzeilen wiederum in periodisch wiederkehrender Folge angeordnet. In den Matrixspalten sind jeweils LEDs gleicher Farbe angeordnet. Die Serienschaltung von LEDs gleicher Farbe ist hierbei besonders einfach.

Bei dem in Figur 3b dargestellten Ausführungsbeispiel sind die LEDs in den Matrixzeilen ebenfalls in periodisch wiederkehrender Folge angeordnet. Die Anordnung in einer Matrixzeile ergibt sich dabei ab der zweiten Zeile aus der darüberliegenden Matrixzeile durch Verschiebung um eine Spaltenbreite nach rechts. Auch hier können die LEDs gleicher Farbe durch Serienschaltungen entlang der Diagonalen von links oben nach rechts unten leicht zusammengefaßt werden.

Das in Figur 3c dargestellte Ausführungsbeispiel entspricht der in Figur 2a gezeigten Anordnung. Hierbei wurden durchgehende Linien gleicher Farbe vermieden, so daß keine störenden Artefakte entstehen können und so eine besonders homogen abstrahlende Lichtquelle gebildet ist.

Selbstverständlich können beide zyklische Dreierpermutationen der LED-Farben, die in Figur 3d dargestellt sind, verwendet werden. Ebenso können alle Matrixzeilen gegen die entsprechenden Spalten vertauscht werden.

Bei der in Figur 3e dargestellten Anordnung sind nur die innerhalb eines kreisförmigen Umrisses (gestrichelt) liegenden Rasterplätze bestückt. Diese Anordnung ist vorteilhaft in Verbindung mit einer Optik mit einer entsprechenden kreisförmiger Eintrittsapertur, wie sie beispielsweise zylindersymmetrische Optiken aufweisen. Durch die gezeigte Anordnung wird die Eintrittsapertur gleichmäßig ausgeleuchtet. Zugleich wird durch die Reduktion der LED-Bestückung auf Rasterplätze, die innerhalb der Eintrittsapertur liegen, die Leistungsaufnahme des LED-Moduls vorteilhaft gesenkt, ohne damit die Ausleuchtung der Optik zu verringern.

Hinsichtlich ihrer Farben sind die LEDs bei diesem Ausführungsbeispiel ähnlich wie in Figur 3c angeordnet, so daß LEDs gleicher Farbe durch zickzackartige Serienschaltung in Richtung der Matrixspalten zusammengefaßt werden können. Hingegen wurde von der periodisch wiederkehrenden Anordnung entlang der Matrixzeilen abgewichen und die Anzahl der grünen LEDs erhöht, so daß bei diesem Modul insgesamt 34 grüne, 19 rote und 16 blaue LEDs verwendet werden. Bei dieser Gewichtung der LED-Anzahl erzeugt das LED-Modul bei gleicher Bestromung aller LEDs weißes Mischlicht.

Je nach Anwendungsfall können auch einzelne Aspekte der in den Figuren 3a bis 3e dargestellten Anordnungen kombiniert werden. Selbstverständlich können auch einfachere Schaltungen

und Anordnungen, beispielsweise eine ungeordnete Verteilung der LED-Farben oder eine reine Serienschaltung aller LEDs verwendet werden. Im letzteren Fall hängt wie bei Figur 3e der Farbort des Mischlichts von den Häufigkeiten der LEDs
5 gleicher Farbe ab.

In Figur 4 ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in vormontiertem Zustand gezeigt. Das LED-Modul 1 ist auf das Zentrum einer Grundplatte 21 aus Kupfer geklebt oder gelötet.
10 Die Kontaktanschlüsse 18 zur Stromversorgung der LED-Matrixspalten sind über einen Leiterrahmen 22 mit strahlenförmig nach außen verlaufenden Leiterbahnen zu vergrößerten Lötanschlüssen 23 am Rand der Grundplatte geführt, wobei die Lötanschlüsse 23 so beabstandet und ausgeführt sind, daß sie
15 leicht mit einer elektronischen Baugruppe zur Ansteuerung bzw. Stromversorgung des LED-Moduls 1 verbunden werden können.

Über dem Leiterrahmen ist ein Vergußrahmen 24 montiert, dessen Innenbereich mit einer dünnen Vergußschicht, vorzugsweise aus einem transparenten Reaktionsharz wie zum Beispiel Epoxidharz, zum Schutz des LED-Moduls gefüllt ist.

In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Im Unterschied zu dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel ist hier eine Mehrzahl von LED-Modulen 1 auf einen gemeinsamen Kühlkörper 3 montiert, so daß eine Mehrfachanordnung von LED-Modulen 1 gebildet wird.

30 Der Aufbau der einzelnen LED-Module 1, umfassend einen Träger 2 mit einer Halbleiterschicht 5 und einer mehrlagigen Isolierschicht 6, auf dem Träger ausgebildete Metallflächen 9 mit Chipanschlußbereichen 10 sowie darauf befestigte LED-Halbleiterkörper 11, entspricht im wesentlichen dem in Figur 1 gezeigten LED-Modul.
35

Die Anzahl der LEDs auf den einzelnen LED-Modulen kann dabei den individuellen Bedürfnissen angepaßt werden. Beispielsweise kann jedes LED-Modul eine rote LED, zwei grüne LEDs und eine blaue LED, also insgesamt vier LEDs enthalten. Bei entsprechend abgestimmten Betriebsströmen der LEDs bildet jedes LED-Modul für sich eine Weißlichtquelle. Es versteht sich, daß sich die LED-Module auch als Farblichtquellen, insbesondere für mischfarbiges Licht eignen, wobei vorteilhaft erweist die LED-Module in allen Fällen eine hohe Packungsdichte aufweisen und daher nahezu punktförmig sind.

Zur elektrischen Versorgung der einzelnen LED-Module sind zwischen den LED-Modulen 1 Leiterbahnen 24 angeordnet. Über Drahtverbindungen 13 wird der Betriebsstrom in die einzelnen LEDs eingeprägt. Durch diese direkte Stromzuführung können die einzelnen LED-Module und weitergehend die einzelnen LEDs unabhängig voneinander angesteuert und geschaltet werden. Dies schließt selbstverständlich eine Serien- und/oder Parallelschaltung einzelner Module oder LEDs nicht aus, falls eine unabhängige Steuerung nicht gewünscht wird.

Die Leiterbahnen 24 sind vorzugsweise auf einem geeigneten Leiterbahnenträger 25, beispielsweise eine Leiterplatte, ausgebildet. Bevorzugt wird hierfür eine flexible Leiterplatte oder eine entsprechende Leiterplattenfolie, beispielsweise ein Flexboard, verwendet.

Die einzelnen LED-Module 1 sind bevorzugt zweidimensional und matrixartig auf dem Kühlkörper angeordnet. So können beispielsweise 32 LED-Module mit je vier LED-Chips auf einem gemeinsamen Kühlkörper zusammengefaßt sein. Der Leiterbahnenträger 25 mit den darauf aufgebrachten Leiterbahnen 24 ist hierbei zweckmäßigerweise Form eines Gitters ausgebildet, wobei in den Gitteröffnungen die LED-Module 1 angeordnet sind.

35

In Figur 6 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Wie bei dem in Figur 5 gezeigten Ausführungsbei-

spiel sind auf einem Kühlkörper 3 mehrere LED-Module 1 mit dazwischen angeordneten Leiterbahnen 24 montiert. Dargestellt sind bei den LED-Modulen 1 jeweils nur der Träger 2 und die LEDs 11. Im einzelnen kann ein Aufbau wie bei den bisher beschriebenen LED-Modulen verwendet werden. Auf diese Anordnung ist im Unterschied zu dem in Figur 5 gezeigten Ausführungsbeispiel ein Reflektor 26 aufgesetzt, der zum Beispiel auf der von dem Kühlkörper 3 abgewandten Seite der Leiterbahnträger 25 aufliegen kann.

10

Der Reflektor weist eine Mehrzahl von Durchbrüchen auf 27, deren Seitenflächen 28 zumindest teilweise angeschrägt sind und als Reflexionsflächen dienen. In der Ansicht weist der Reflektor eine dem Leiterbahnträger 25 entsprechende, zum Beispiel gitterartige, Form auf. Durch den Reflektor wird die Lichtausbeute der LED-Module vorteilhaft erhöht.

In Figur 7a ist eine Ansicht auf einen Träger 2 für ein LED-Modul mit vier LEDs dargestellt. Derartige LED-Module können beispielsweise bei den in Figur 5 und 6 gezeigten Ausführungsbeispielen verwendet werden. Figur 7b zeigt eine zugehörige Ansicht eines Schnitts entlang der Linie A-A. Der Übersichtlichkeit halber sind insbesondere die Schichtdicken nicht maßstabsgetreu dargestellt.

25

Der Träger umfaßt wie bereits beschrieben eine Halbleiter- schicht 5, vorzugsweise Silizium oder Galliumarsenid enthaltend, sowie eine Isolierschicht 6, die wiederum eine Siliziumoxidschicht 7 und eine Siliziumnitridschicht 8 aufweisen kann.

Auf der Isolierschicht 6 sind vier voneinander beabstandete und elektrisch isolierte Metallflächen 9a, 9b, 9c und 9d, beispielsweise aus Aluminium angeordnet, die von einer rahmenartigen Struktur 29 eingefäßt werden. Auf den Metallflächen können wie bereits beschrieben Chipanschlußbereiche zur Montage der LEDs ausgebildet werden (nicht dargestellt).

Die rahmenartige Struktur 29 ist erhaben, beispielsweise mit einer Dicke bis 30 µm, insbesondere zwischen 5 µm und 25 µm, ausgebildet und dient als Auffangreservoir für Haftmittel wie Silberleitkleber, die zur Montage der LEDs verwendet werden.

5 Die rahmenartige Struktur 29 bildet dabei um jede Metallfläche bzw. jeden Chipanschlußbereich herum ein wattenförmiges Reservoir, das ein Übertreten überschüssigen Haftmittels zur benachbarten Metallfläche und damit die Entstehung eines Kurzschlusses zwischen den einzelnen LEDs verhindert.

10

Derartige rahmenartige Strukturen können zum Beispiel aus einem Kunststoff, vorzugsweise Polyimid, hergestellt werden, indem eine entsprechende Kunststoffschicht mittels halbleitertechnischer Prozesse aufgebracht und strukturiert wird.

15

Von den Ecken des Trägers ist die rahmenartige Struktur 29 weiter beabstandet und zur Trägermitte 31 hin zurückgezogen ausgebildet, so daß von der Trägermitte 31 aus gesehen außerhalb der rahmenartigen Struktur 29 Teilbereiche 30a, 30b
20 30c und 30d der Metallschichten 9a, 9b, 9c und 9d unbedeckt sind. Diese Teilbereiche 30a, 30b 30c und 30d dienen als Anschlußstellen für externe Drahtverbindungen, beispielsweise zu den in Figur 5 und 6 gezeigten Leiterbahnen, wobei jeder Teilbereich mit der zugehörigen Metallfläche elektrisch leitend verbunden ist.
25

Die Erläuterung der Erfindung anhand der beschriebenen Ausführungsbeispiele ist selbstverständlich nicht als Beschränkung der Erfindung zu verstehen.

Patentansprüche

1. LED-Modul (1) mit einer Mehrzahl von LED-Halbleiterkörpern (11) und einem Träger (2) mit einer ersten und einer zweiten Hauptfläche, wobei der Träger (2) mindestens eine Halbleiterschicht (5) aufweist,
dadurch gekennzeichnet, daß die erste Hauptfläche des Trägers (2) eben ausgebildet ist und die LED-Halbleiterkörper (11) auf der ersten Hauptfläche des Trägers aufgebracht sind.
2. LED-Modul (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Halbleiterschicht (5) Silizium oder Galliumarsenid enthält.
3. LED-Modul (1) nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß der Träger mehrlagig gebildet ist.
4. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (2) auf der Seite der ersten Hauptfläche von mindestens einer elektrischen Isolierschicht (6) begrenzt ist.
5. LED-Modul (1) nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Isolierschicht (6) mehrlagig gebildet ist.
6. LED-Modul (1) nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Isolierschicht (6) Siliziumoxid oder Siliziumnitrid enthält.
7. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.,
dadurch gekennzeichnet, daß

19

auf der ersten Hauptfläche des Trägers (2) leitfähige Bereiche (9) ausgebildet sind, auf die die LED-Halbleiterkörper (11) aufgebracht sind.

5 8. LED-Modul (1) nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die leitfähigen Bereiche (9) ein hohes Reflexionsvermögen im
Spektralbereich der von den LED-Halbleiterkörpern (11) emit-
tierten Strahlung aufweisen.

10

9. LED-Modul (1) nach Anspruch 7 oder 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die leitfähigen Bereiche (9) Aluminium enthalten.

15 10. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 4 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
auf der Isolierschicht (6) Chipanschlußbereiche (10) gebildet
sind und die LED-Halbleiterkörper (11) auf den Chipanschluß-
bereichen (10) aufgebracht sind.

20

11. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
auf den leitfähigen Bereichen (9) Chipanschlußbereiche (10)
gebildet sind und die LED-Halbleiterkörper (11) auf den Chip-
25 anschlußbereichen (10) aufgebracht sind.

12. LED-Modul (1) nach Anspruch 10 oder 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Chipanschlußbereiche (10) jeweils einen Stapel dünner Me-
30 tallschichten aufweisen.

13. LED-Modul (1) nach Anspruch 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Metallschichten Titan, Kupfer oder Edelmetalle, insbeson-
35 dere Gold oder Platin, enthalten.

20

14. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Träger (2) auf der Seite der zweiten Hauptfläche mit einem Kühlkörper (3) verbunden ist.

5

15. LED-Modul (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) Kupfer oder Aluminium enthält.

10 16. LED-Modul (1) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) an die Halbleiterschicht (5) grenzt.

17. LED-Modul (1) nach Anspruch 16, 15 dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (3) mit der Halbleiterschicht (5) durch eine Lötmasse (4) oder einen wärmeleitfähigen Klebstoff verbunden ist.

20 18. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die LED-Halbleiterkörper (11) auf dem Träger (2) in Form einer Matrix angeordnet sind.

25 19. LED-Modul (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß die LED-Halbleiterkörper (11) im Betrieb Licht verschiedener Zentralwellenlänge emittieren.

30 20. LED-Modul (1) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das von den einzelnen LED-Halbleiterkörpern (11) im Betrieb emittierte Licht Zentralwellenlängen im roten, grünen oder blauen Spektralbereich aufweist.

35

21. LED-Modul (1) nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, daß

21

die LED-Halbleiterkörper (11) mit der jeweils gleichen Zentralwellenlänge regelmäßig auf dem Träger (2) angeordnet sind.

5 22. LED-Modul (1) nach Anspruch 21,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die LED-Halbleiterkörper (11) in den Matrixzeilen (17a,b) be-
züglich ihrer Zentralwellenlängen in periodisch wiederkehren-
der Folge angeordnet sind.

10 23. LED-Modul (1) nach Anspruch 21 oder 22,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Anordnung der LED-Halbleiterkörper (11) in den Matrixzei-
len (17a,b) bezüglich der Zentralwellenlängen dieselbe peri-
odisch wiederkehrende Folge aufweist.

15 24. LED-Modul (1) nach Anspruch 23,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
in den Matrixspalten jeweils LED-Halbleiterkörper (11) mit
20 derselben Zentralwellenlänge angeordnet sind.

25 25. LED-Modul (1) nach Anspruch 23,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die Anordnung der LED-Halbleiterkörper (11) in den Matrixzei-
len (17b) mit ungerader Zeilennummer gleich ist und die An-
ordnung in den Matrixzeilen (17a) mit gerader Zeilennummer
aus der darüber liegenden Matrixzeile (17b) durch Verschie-
bung um eine Spaltenbreite nach links oder nach rechts her
vorgeht.

30 26. LED-Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 25,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß
die LED-Halbleiterkörper (11) mittels eines Haftmittels auf-
gelötet oder aufgeklebt sind.

35 27. LED-Modul nach Anspruch 26,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß

22

das Haftmittel elektrisch leitfähig ist.

28. LED-Modul nach Anspruch 26 oder 27,
dadurch gekennzeichnet, daß
5 das Haftmittel ein Lot oder ein Klebstoff, insbesondere ein
Silberleitklebstoff, ist.
29. LED-Modul nach einem der Ansprüche 26 bis 28,
dadurch gekennzeichnet, daß
10 zumindest teilweise um die LED-Halbleiterkörper herum ein Re-
servoir für das Haftmittel ausgebildet ist.
30. Mehrfachanordnung mit einer Mehrzahl von LED-Modulen (1)
nach einem der Ansprüche 1 bis 29,
15 dadurch gekennzeichnet, daß
die LED-Module (1) auf einen gemeinsamen Kühlkörper (3) auf-
gebracht sind, wobei jeweils der Träger (2) der LED-Module
(1) auf der Seite der zweiten Hauptfläche mit dem Kühlkörper
(3) verbunden ist.
20
31. Mehrfachanordnung nach Anspruch 30,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Kühlkörper (3) Kupfer oder Aluminium enthält.
- 25 32. Mehrfachanordnung nach Anspruch 30 oder 31,
dadurch gekennzeichnet, daß
jeweils die Halbleiterschicht (5) der LED-Module (1) an den
Kühlkörper (3) grenzt.
- 30 33. Mehrfachanordnung nach Anspruch 32,
dadurch gekennzeichnet, daß
jeweils die Halbleiterschicht (5) der LED-Module (1) mit dem
Kühlkörper (3) durch eine Lötmasse (4) oder einen wärmeleit-
fähigen Klebstoff verbunden ist.

34. Mehrfachanordnung nach einem der Ansprüche 30 bis 33, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den LED-Modulen Leiterbahnen angeordnet sind.

5 35. Mehrfachanordnung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterbahnen auf einem Leiterbahnträger ausgebildet sind, der insbesondere auf dem Kühlkörper aufliegt.

10 36. Mehrfachanordnung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiterbahnträger eine Leiterplatte, eine flexible Leiterplatte, eine Leiterplattenfolie oder ein Flexboard ist.

15 37. Verwendung eines LED-Moduls (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 29 oder einer Mehrfachanordnung nach einem der Ansprüche 30 bis 36 zur Erzeugung weißen Mischlichts, dadurch gekennzeichnet, daß der Farbort des Mischlichts durch den Betriebsstrom der LED-
20 Halbleiterkörper (11) festgelegt wird.

38. Verwendung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß LED-Halbleiterkörper (11) mit gleicher Zentralwellenlänge mit
25 dem gleichen Betriebsstrom versorgt werden.

39. Verwendung eines LED-Moduls (1) nach einem der Ansprüche 19 bis 29 oder einer Mehrfachanordnung nach einem der Ansprüche 30 bis 36 zur Erzeugung weißen Mischlichts, dadurch gekennzeichnet, daß die Häufigkeiten der LED-Halbleiterkörper (11) mit gleicher Zentralwellenlänge so gewählt sind, daß bei gleicher Bestromung aller LED-Halbleiterkörper (11) weißes Mischlicht erzeugt wird.

FIG 1

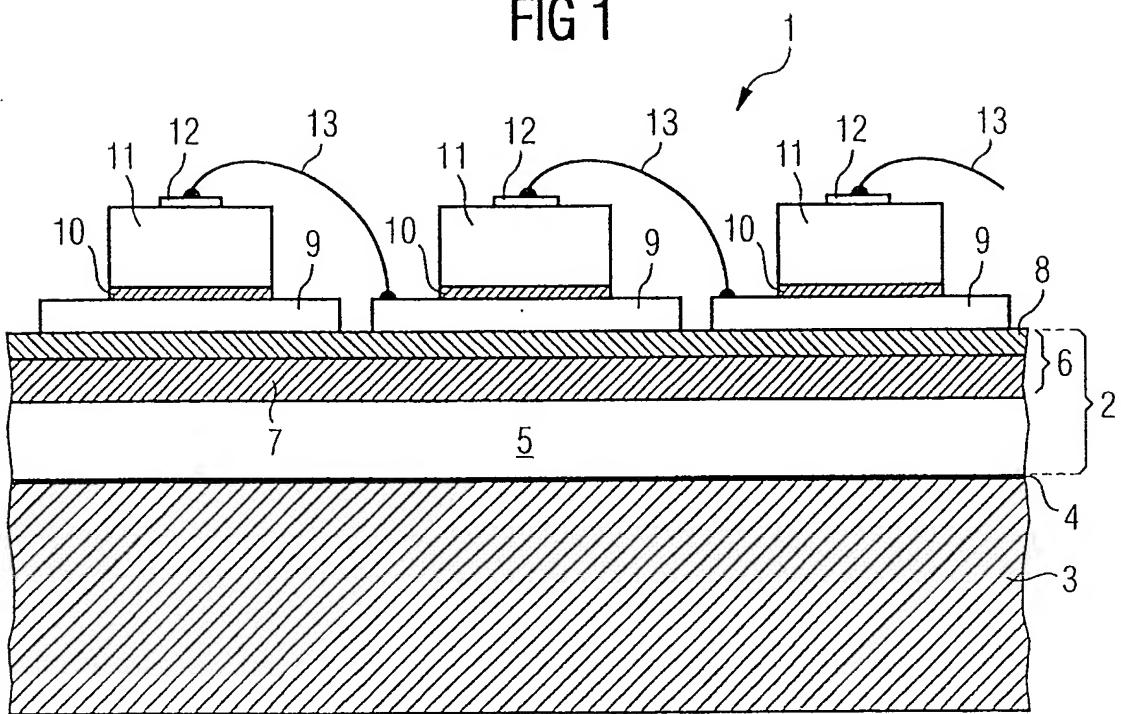


FIG 2a

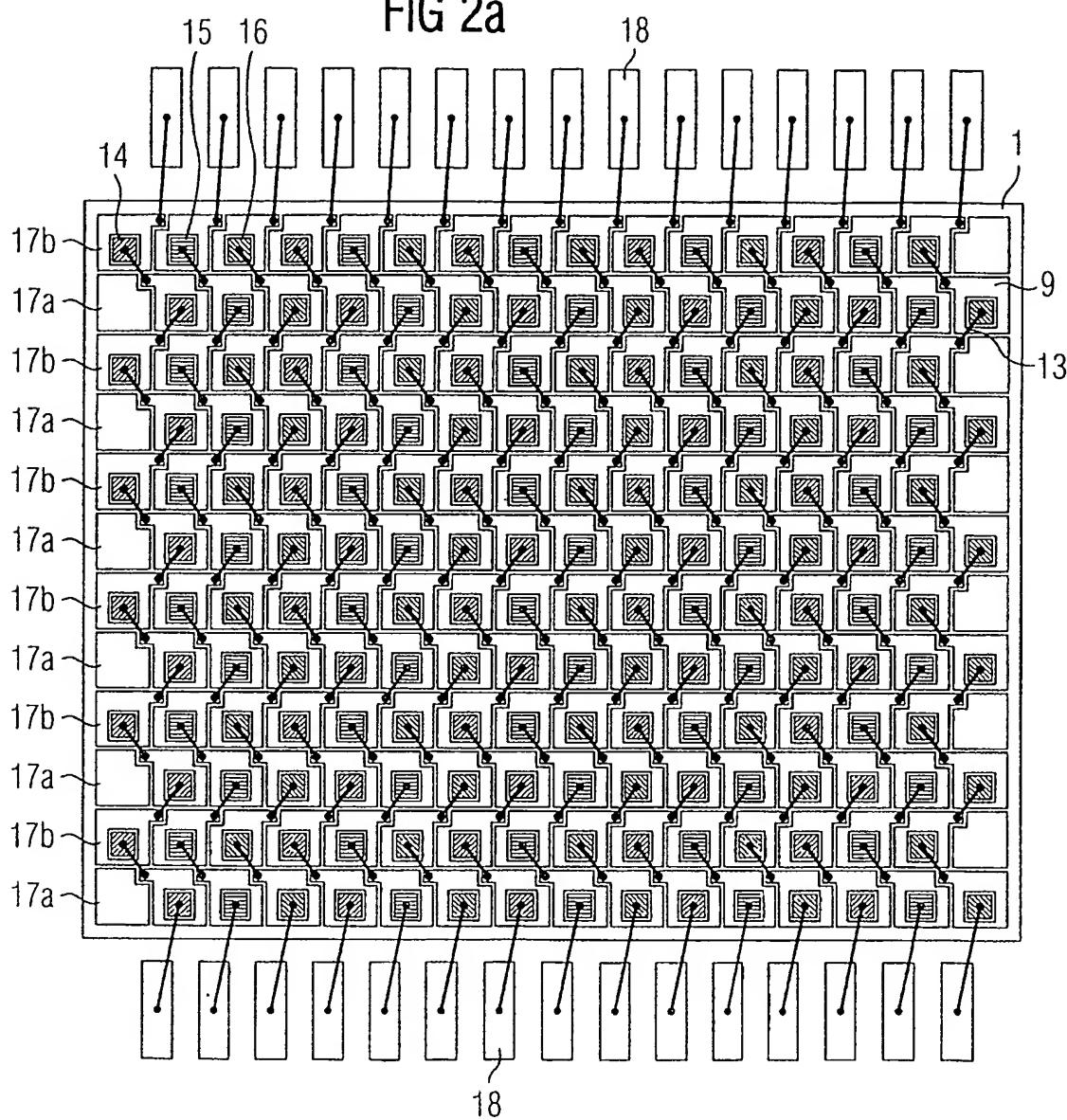


FIG 2b

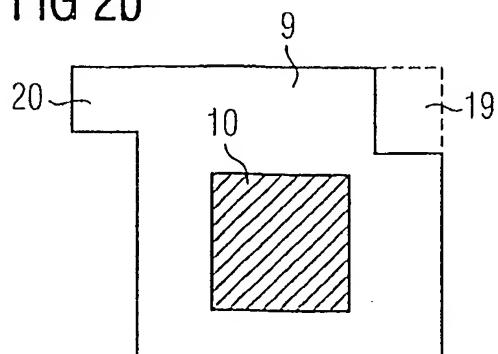


FIG 3

a)

14	15	16													
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	

b)

14															
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	
15															
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	
16															
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	
G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	

c)

14															
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
15															
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
16															
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	
R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B	

FIG 3

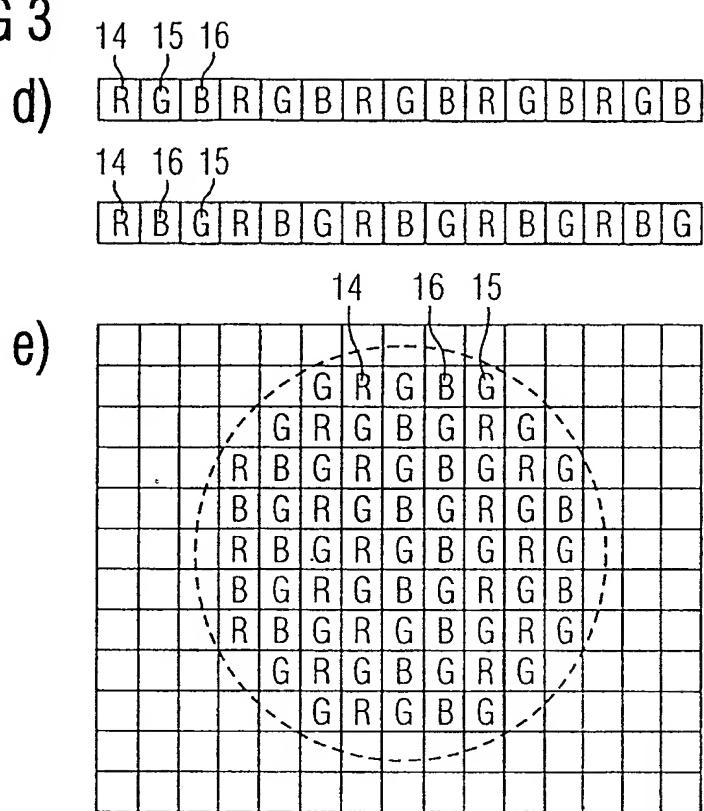


FIG 4

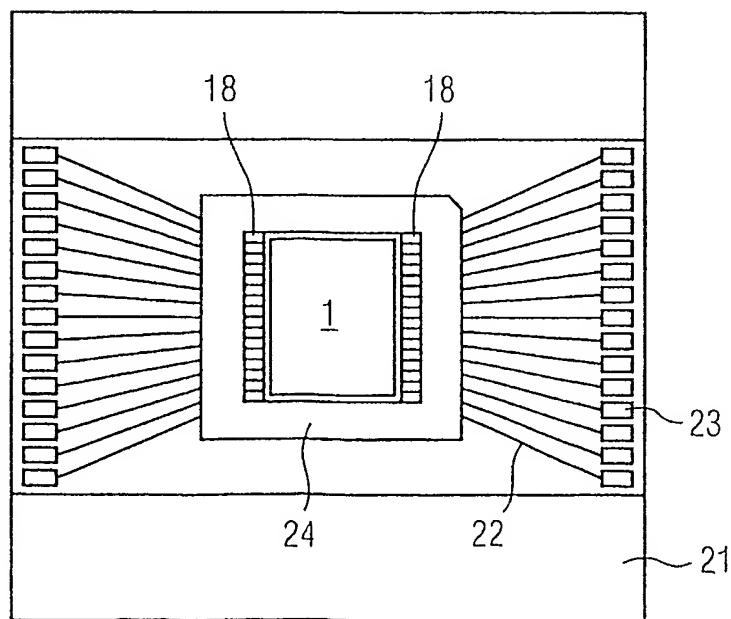


FIG 5

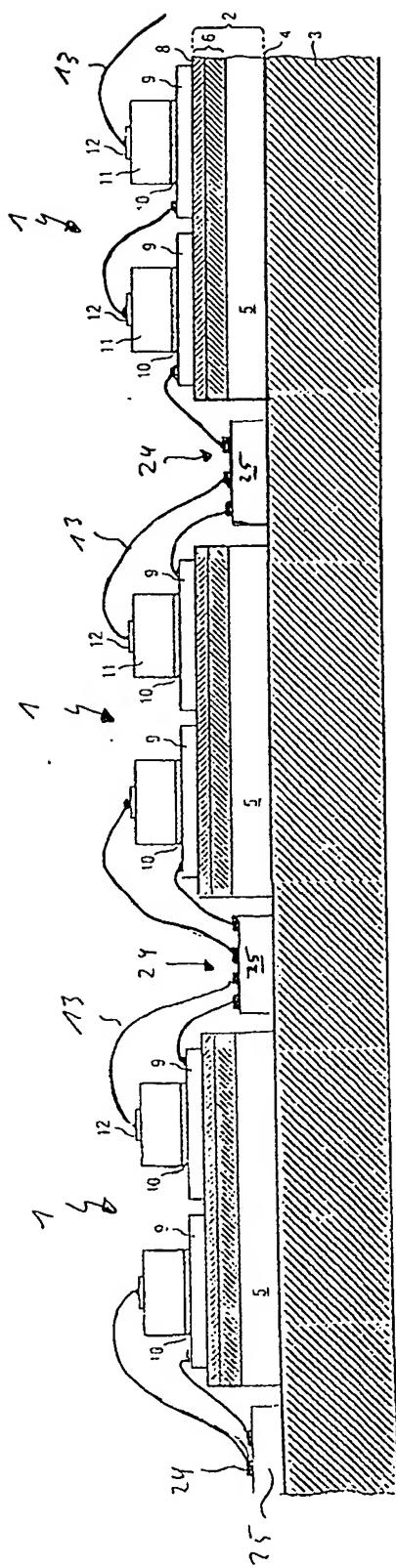
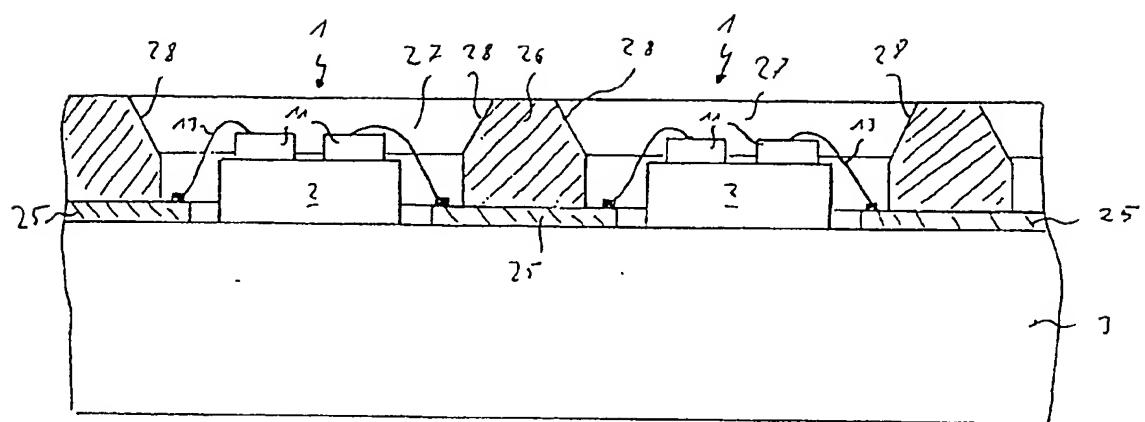
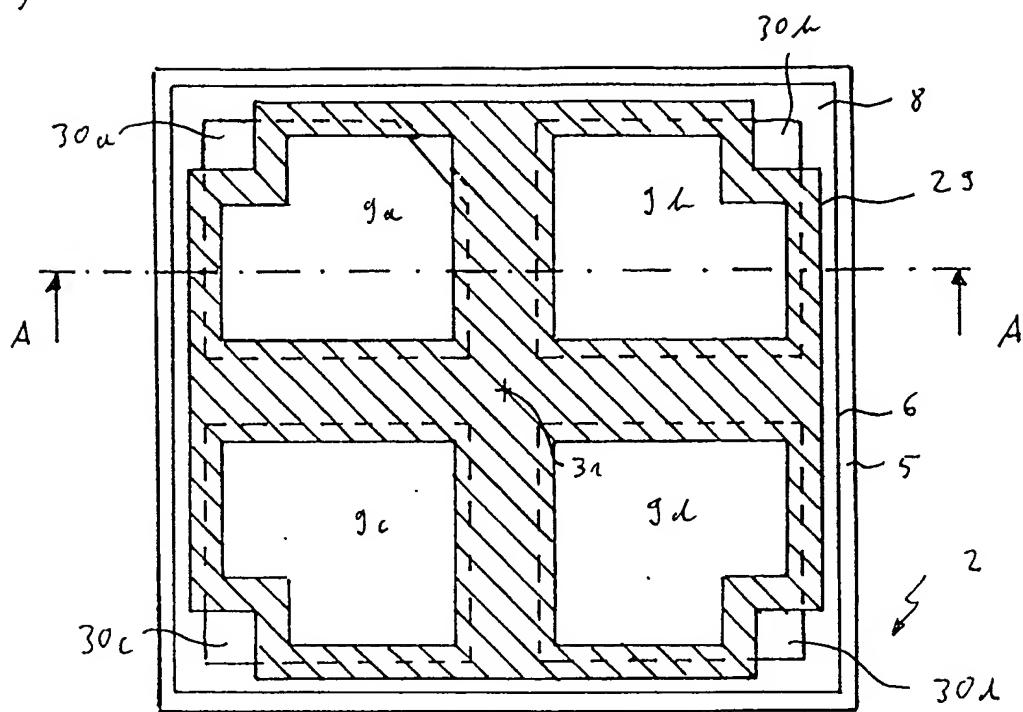


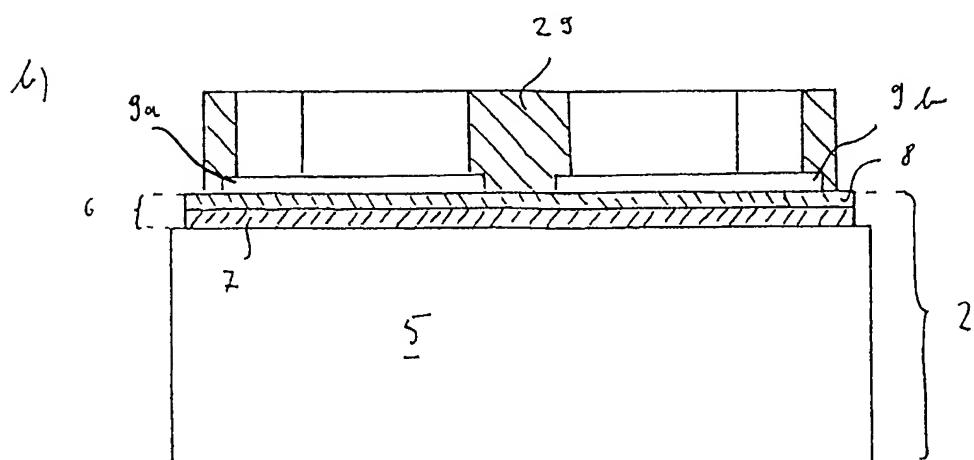
FIG. 6



a)



b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte n Application No

PCT/DE 01/03858

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 H01L27/15 H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 351 867 A (SHARP KK) 24 January 1990 (1990-01-24) figures 11,12 ---	1,37
Y	GB 2 176 042 A (INTEGRATED SYSTEMS ENG) 10 December 1986 (1986-12-10) figures 1,4,5 ---	1-39 -/-

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2002

Date of mailing of the international search report

06/02/2002

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Werner, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 01/03858

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	TAKAHASHI K ET AL: "APPLICATIONS OF A HIGH DENSITY LED ARRAY UNIT FABRICATED ON A SILICON MICROREFLECTOR" IEICE TRANSACTIONS ON ELECTRONICS, INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, JP, vol. E80-C, no. 2, 1 February 1997 (1997-02-01), pages 285-290, XP000773359 ISSN: 0916-8524 cited in the application the whole document -----	1-39
A	WO 97 48138 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 18 December 1997 (1997-12-18) the whole document -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/03858

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0351867	A	24-01-1990	JP	2032570 A		02-02-1990
				2708183 B2		04-02-1998
				2087685 A		28-03-1990
				68918361 D1		27-10-1994
				68918362 D1		27-10-1994
				68918362 T2		19-01-1995
				68919291 D1		15-12-1994
				68919291 T2		23-03-1995
				0351867 A2		24-01-1990
				0351868 A2		24-01-1990
				0351869 A2		24-01-1990
				4988579 A		29-01-1991
				5037709 A		06-08-1991
				5055363 A		08-10-1991
GB 2176042	A	10-12-1986	CA	1233282 A1		23-02-1988
				61273590 A		03-12-1986
				5184114 A		02-02-1993
WO 9748138	A	18-12-1997	EP	0856202 A2		05-08-1998
				9748138 A2		18-12-1997
				11510968 T		21-09-1999

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

In nationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03858

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L27/15 H01L33/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, COMPENDEX, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 351 867 A (SHARP KK) 24. Januar 1990 (1990-01-24) Abbildungen 11,12 ---	1,37
Y	GB 2 176 042 A (INTEGRATED SYSTEMS ENG) 10. Dezember 1986 (1986-12-10) Abbildungen 1,4,5 ---	1-39 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem Internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweckmäßig er-schienen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem Internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erlinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erlinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

*& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

29. Januar 2002

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

06/02/2002

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Werner, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03858

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beir. Anspruch Nr.
Y	TAKAHASHI K ET AL: "APPLICATIONS OF A HIGH DENSITY LED ARRAY UNIT FABRICATED ON A SILICON MICROREFLECTOR" IEICE TRANSACTIONS ON ELECTRONICS, INSTITUTE OF ELECTRONICS INFORMATION AND COMM. ENG. TOKYO, JP, Bd. E80-C, Nr. 2, 1. Februar 1997 (1997-02-01), Seiten 285-290, XP000773359 ISSN: 0916-8524 in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-39
A	WO 97 48138 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 18. Dezember 1997 (1997-12-18) das ganze Dokument -----	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/03858

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0351867	A	24-01-1990	JP	2032570 A	02-02-1990
			JP	2708183 B2	04-02-1998
			JP	2087685 A	28-03-1990
			DE	68918361 D1	27-10-1994
			DE	68918362 D1	27-10-1994
			DE	68918362 T2	19-01-1995
			DE	68919291 D1	15-12-1994
			DE	68919291 T2	23-03-1995
			EP	0351867 A2	24-01-1990
			EP	0351868 A2	24-01-1990
			EP	0351869 A2	24-01-1990
			US	4988579 A	29-01-1991
			US	5037709 A	06-08-1991
			US	5055363 A	08-10-1991
GB 2176042	A	10-12-1986	CA	1233282 A1	23-02-1988
			JP	61273590 A	03-12-1986
			US	5184114 A	02-02-1993
WO 9748138	A	18-12-1997	EP	0856202 A2	05-08-1998
			WO	9748138 A2	18-12-1997
			JP	11510968 T	21-09-1999